AUS DER UNIVERSITÄTS-HAUTKLINIK WÜRZBURG
Direktor: Professor Dr. med. H. SCHUERMANN

Zur Kenntnis der Strahlenschädigungen an inneren Organen unter besonderer Berücksichtigung von Lunge, Magen und Darm

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Arnold Gabor
aus Beuthen O/Schles.

Würzburg 1954

AUS DER UNIVERSITÄTS-HAUTKLINIK WÜRZBURG
Direktor: Professor Dr. med. H. SCHUERMANN

Zur Kenntnis der Strahlenschädigungen an inneren Organen unter besonderer Berücksichtigung von Lunge, Magen und Darm

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Arnold Gabor
aus Beuthen O/Schles.

Würzburg 1954

Referent: Privatdozent Dr. med. G. Bonse

Korreferent: Professor Dr. med. H. Schuermann

Tag der mündl. Prüfung:

21. Juli 1954

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Der verehrten Familie

VÖLK-SEISSER

in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Wirkung auf den Gesamtorganismus

Spezielle Wirkung auf die einzelnen Organe

1. Kehlkopf,
2. Lungen,
3. Herz,
4. Niere, Nebenniere,
5. Magen, Milz,
6. Darm,
7. Harnblase,

Eigene Kranke

Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

Einleitung

Die Strahlentherapie ist zu einem wichtigen Teilgebiet der Medizin geworden. Ihre Anwendungsmöglichkeiten sind außerordentlich vielseitig, aber sicher noch nicht voll ausgenutzt. Eine Schädigung von Organen beziehungsweise Geweben, die im Bestrahlungsgebiet liegen, läßt sich oft nicht mit Sicherheit vermeiden. Nicht selten bekommt der Strahlentherapeut den Patienten in einem so weit fortgeschrittenen Krankheitsstadium zur Behandlung, daß Schädigungen des gesunden Gewebes in Kauf genommen werden müssen. Auch Faktoren wie vermehrte Durchblutung, ödematöse Veränderungen oder entzündliche Prozesse steigern die Strahlenempfindlichkeit und bringen daher die Möglichkeit einer mehr oder minder schweren Strahlenschädigung mit sich. Anämische Organgebiete und Gewebe erweisen sich hingegen als strahlenresistenter.

Der Grad der Strahlensensibilität der verschiedenen Gewerbsarten ist unterschiedlich. Nach abnehmender Empfindlichkeit werden sie von Holthusen[1] folgendermaßen geordnet:

Lymphgewebe, Knochenmark, Thymus,
Ovarien,
Hoden,
Schleimhäute,
Speicheldrüsen,
Haarpapillen,
Schweiß- und Talgdrüsen,
Epidermis,
seriöse Häute, Lunge,
Niere,
Nebenniere, Leber, Pankreas,
Thyreoidea,
Muskeln,
Bindegewebe, Gefäße,
Knorpelgewebe,
Knochengewebe,
Ganglienzellen,
Nerven.

Der Anwendungsmöglichkeit der Strahlentherapie wird somit eine Grenze gesetzt durch die Gefahr, den Kranken über ein vertretbares Maß hinaus im Gesunden zu schädigen. Nicht immer ist es möglich, die Dosierung innerhalb dieser Grenze festzulegen, da sich nach Holthusen[1] zum Beispiel bei Hohlorganen die therapeutische Karzinomdosis und die Toleranzdosis für gesundes Gewebe überschneiden.

Schloss[2] vertritt die Ansicht, daß bestrahlte Körperteile trotz ihres scheinbar guten funktionellen Zustandes zeitlebens eine verminderte Widerstandskraft aufweisen, so daß auch nach normaler Strahlendosierung spätere traumatische Einwirkungen, wie zum Beispiel Lokalanästhesien, Zahnextraktionen oder Probeexcisionen, zu Röntgenkombinationsschäden führen können.

Es ist umstritten, wo der Angriffspunkt der Strahlen liegt. Ein Teil der Autoren vertritt die Ansicht, wie einer Arbeit von Ceelen[3] zu entnehmen ist, daß zunächst die Gefäße durch degenerative Veränderung der Intima und anderer Wandbestandteile oder durch Einwirkung auf das Gefäßnervensystem geschädigt werden, so daß durch Änderung der Blutversorgung Stoffwecheslschädigungen und Zelltod eintreten können. Andere Autoren wiederum glauben, die primäre Wirkung in die Zellen direkt verlegen zu müssen, wobei auch umsritten ist, ob Kern oder Protoplasma zuerst angegriffen wird. Die so entstehenden Eiweißzerfallsprodukte können dann eine Intoxikation mit anschließenden entzündlichen bis nekrotischen Gewebsreaktionen bewirken.

In neuester Zeit beschäftigen sich Lacassagne[4] und Langendorff[5] mit der Wirkung der Strahlen auf das lebende Gewebe. Sie halten es für bewiesen, daß der Ausgangspunkt der Veränderungen die Zelle ist, und zwar der Zellkern. Nach Laccassagne[4] wird zunächst die Zellatmung geschädigt. Eine der ersten bemerkbaren Erscheinungen ist die Hemmung der Mitosen. Durch die Strahleneinwirkung wird die Synthese der Kernhauptbestandteile gestört, wodurch die Blockierung der Teilung erklärt wird. Der genannte Autor anerkennt wohl die Bedeutung des primären, rein physikalischen Vorganges, mißt die Hauptbedeutung aber den sekundären chemischen und biologischen Erscheinungen bei, die durch das ionisierte extra- und intrazelluläre Wasser verursacht werden.

Langendorff[5] glaubt an eine überwiegende Bedeutung der Treffertheorie, nach welcher von der Strahlenquelle ausgehende Strahlenquanten oder durch sie ausgelöste Elementarteilchen der bestrahlten Materie direkt auf Atome und Moleküle einwirken, und dadurch die Veränderungen im lebenden Gewebe zustande kommen. Dazu kommt die indirekte Strahlenwirkung, die einen Energieträger, das Wasser, benötigt.

Wirkung auf den Gesamtorganismus

Die Röntgenbestrahlung führt unter Umständen zu einer ernsten Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens der Patienten, die als Strahlen- oder Röntgenkater bezeichnet wird. Die Ursachen dieser Allgemeinstörung sind pathogenetisch unklar. Es steht jedoch fest, daß mehrere Faktoren zusammenwirken.

Holthusen[1] sieht den Grund dafür in Blutveränderungen, die nach Müller, Cramer (von Holthusen zitiert), im Auftreten von sowohl vasodilatatorisch, als auch vasokonstriktorisch wirkenden Substanzen im Blut bestehen sollen. Auch die sogenannten H-Substanzen macht er für das Auftreten des Strahlenkaters verantwortlich, da dessen Bild den durch Histaminschock oder Proteinkörperwirkung hervorgerufenen Erscheinungen außerordentlich ähnelt.

Fort[6] sieht die Ursache im Auftreten einer Intoxikation durch Eiweißzerfallsprodukte und Histamin.

Anzilotti[7] gibt als Grund die Störung des vago-sympathischen Gleichgewichtes im Sinne einer Hypervagotonie sowie auch toxische Einflüsse an. Die Häufigkeit der Strahlenreaktion und ihre Schwere ist einmal von der Dosis, hauptsächlich aber von der bestrahlten Körpergegend abhängig. Bei Bestrahlungen im abdominalen Bereich wird sie am häufigsten beobachtet und verläuft am schwersten.

Von russischen Autoren wurden, wie Kisselew[8] berichtet, vermehrte Durchlässigkeit der Darmwand für Bakterien und Thorotrast für

die Dauer von etwa 4 bis 5 Stunden und Veränderung der Darmflora nach Bestrahlungen des Abdomens festgestellt. Es sei demnach der Röntgenkater durch eine Intoxikation aus dem Magen-Darm-Kanal zu erklären. Zum Beweis benutzt der Autor den Agglutinintiter. Es ergab sich, daß seine Höhe gegenüber den eignen Coli der Schwere der Katererscheinungen genau parallel ging. Dies macht einen direkten Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Strahlenkaters und der Darmdurchlässigkeit wahrscheinlich.

Spezielle Wirkung auf die einzelnen Organe

Über direkte Organschädigungen finden sich in der Literatur recht zahlreiche Berichte. Wir unterscheiden dabei Frühreaktionen, die bereits während der Bestrahlung oder unmittelbar im Anschluß daran auftreten, und die sogenannten Spätschädigungen, die sich erst nach Wochen, Monaten oder gar Jahren abzeichnen. Durch protrahierte und fraktionierte Bestrahlung kann ein beträchtlicher Teil der unerwünschten Gewebsreaktionen vermieden werden; auch die räumliche Dosisverteilung ist wichtig. Bei zu kurzen zeitlichen Abständen kann das noch nicht erholte Gewebe durch Kumulationswirkung geschädigt werden. Bei der Zusammenstellung der Strahlenwirkung auf die einzelnen Organe zeigt sich für jedes ein bestimmtes Bild, das von verschiedenen Autoren übereinstimmend beschrieben wird. Trotzdem muß das Vorhandensein eines typischen klinischen und histologischen Bildes „Strahlenschädigung" verneint werden, da die gleichen Veränderungen, wie sie bei Strahlenschädigungen auftreten, auch durch andere Ursachen hervorgerufen werden können.

Kehlkopf

Am Kehlkopf zeichnet sich die Frühreaktion nach Applikation von entsprechenden Röntgendosen durch eine fibrinöse Entzündung der Schleimhaut mit Drüsenschwellungen der Hals- und Submaxillarregion sowie vermehrte Salivation aus, die meist schnell einer unangenehmen Trockenheit weicht. Oft tritt die Trockenheit auch schon primär auf (Jüngling[9]).

Die zweite Reaktionswelle, die aber auch völlig fehlen kann, trat bei einseitiger Bestrahlungsweise nach zwei bis drei Wochen mit Schluckbeschwerden, Trockenheit, Heiserkeit und Schwellung des ganzen Kehlkopfes in Erscheinung, wobei nicht selten eine Tracheotomie notwendig wurde. Das bisweilen lebensbedrohende Ödem kann spontan wieder abklingen.

Spätreaktionen mit schweren atrophischen Prozessen an Drüsen und Perichondrium, Degeneration der Muskulatur bis zum Schwund und Ersatz durch Schwielen, Perichondritis bis zur Knorpelnekrose wurden früher vielfach beschrieben.

Nach Glauner[10] führte bei der einzeitigen Bestrahlungsweise die Perichondritis als Strahlenkomplikation fast immer zum Tode. Ist bereits vor der Bestrahlung eine Perichondritis nachweisbar, so besteht eine absolute Kontraindikation gegen die Anwendung ionisierender Strahlen. Mit Hilfe der Fraktionierung konnte diese Gefahr erheblich verringert werden. Trotzdem muß noch bei fast 3% der Bestrahlten (Karzinom) mit dieser Komplikation gerechnet werden (Glauner[10]).

Jüngling[9] berichtet 1923 von acht Todesfällen, die als Bestrahlungsfolge verschiedener strahlenbehandelter Erkrankungen des Kehlkopf-

bereiches (Larynxkarzinom, Larynxpapillom, Struma, Sykosis barbae.) auftraten. Bei der Sektion fanden sich regelmäßig ausgedehnte Nekrosen an Stimmbändern, Knorpel, Vestibulum pharyngis und Taschenbändern. Er bestrahlte unter folgenden Bedingungen: Coolidge-Röhre 160 kV, 2 mA, 0,5 mm Zn, 3 mm Al, FHA 24 cm. Bei zwei Feldern gab er je 100% HED bei der ersten Bestrahlung, 80 bis 100% HED bei der zweiten. In den angegebenen acht Fällen starben die Patienten an den Spätreaktionen, die erst Monate nach der Bestrahlung auftraten. Ein typischer Krankheitsverlauf mit tödlichem Ausgang, den Jüngling[9] beschreibt, soll hier angeführt werden: Wegen „Sykosis barbae" wurde ein älterer Mann mit je 1 HED aus zwei seitlichen Großfeldern bestrahlt. Die Filterung war diesmal 0,5 mm Zn, FHA 20 cm. Die Frühreaktion klang wie üblich ab; der Patient wurde entlassen. Nach acht Monaten traten Schluckbeschwerden und Heiserkeit, weitere 11 Tage danach Stridor und Epiglottisödem auf; das linke Stimmband und der rechte Aryknorpel waren verdickt. Die Temperatur stieg auf 38,7°. Am Tage darauf machte die Atemnot eine Tracheotomie notwendig. Die Epiglottisschwellung nahm noch zu, die Schluckbeschwerden zwangen zur künstlichen Ernährung. Ein Knorpelstück wurde ausgehustet. Die Röntgenaufnahme zeigte verwaschene Kehlkopfkonturen. Schließlich machte die Schluckunfähigkeit eine Gastrostomie notwendig. Am achten Tage nach der Aufnahme starb der Patient. Die Sektion zeigte am Kehlkopf Zerfallsherde mit schmutzig-grüner Verfärbung, das Vestibulum pharyngis und die Taschenbänder waren grünlich und brüchig, von den Aryknorpeln waren nur noch Reste zu finden. Im Inneren des Kehlkopfes konnten drei Zonen unterschieden werden: Zunächst ein völlig strukturloser Bereich mit reichlich Bakterien. Dieser ging in ein Gebiet mit abgestorbenem, kernlosem Gewebe über, in dem elastische Fasern und Gefäße noch erkennbar waren; der Knorpel war aufgefasert, Bakterien fanden sich spärlicher. Ohne scharfe Demarkationslinie erfolgte der Übergang ins Gesunde; dort zeigten sich Gefäßveränderungen (Intimaverdickung) an Zungenwurzel und Mundbodenmuskulatur.

Jüngling[9] gab an, daß an der Tübinger Chirurgischen Klinik bei den Patienten, an denen wegen Karzinomen Kehlkopfbestrahlungen durchgeführt wurden, 46% Todesfälle zu verzeichnen seien. Bei 23% der entsprechenden Patienten war ein Zusammenhang mit der Strahlenbehandlung sicher nachzuweisen; bei 23%, die außerhalb der Klinik starben, waren die Todesursachen mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls Strahlenschädigungen. Es ist verständlich, wenn der Autor nach den damaligen Kenntnissen die Strahlenbehandlung unsicher und gefährlich nannte und bei jedem operablen Larynxkarzinom die Operation der Strahlentherapie vorzog.

Ein Jahr später beschreibt Schmitz[11] einen Todesfall, der zwei Tage nach der zweiten Bestrahlung eintrat (je 20 X mit 4 mm Al gefiltert, weitere Angaben fehlen). Ein Eppiglottisödem verschloß so plötzlich den Kehlkopf, daß die Tracheotomie zu spät kam. Bei der Sektion fand er am Sinus piriformis eine markstückgroße Geschwulst; am Kehlkopf selbst waren keine Veränderungen nachzuweisen.

Clerf und Putney[12] geben zwei Beobachtungen von Trachealstenosen als Folge von Röntgenbestrahlungen an. Die geweblichen Veränderungen bestanden in ausgedehnter Muskelfibrose und Knorpelnekrose.

Zuppinger[13] berichtet über 107 Patienten, bei denen wegen maligner Tumoren die Larynx- oder Pharynxregion bestrahlt wurde. Die

Bestrahlungsbedingungen waren: Röhrenspannungen zwischen 170 und 180 kV, meist Thoräusfilter, sonst 1 bis 2 mm Cu, FHA 50 bis 70 cm, HWS 1,2 bis 1,7 mm Cu. Bei ständiger Kontrolle verabfolgte er drei-, vier- und mehrwöchige Serien von täglich 200 bis 300 r pro Feld und richtete sich in der Gesamtdosis nach der jeweiligen Tumorschrumpfung und den Reaktionen an Schleimhaut und äußerer Haut. So war er bestrebt, möglichst 5000 r pro Feld zu erreichen. Schwere Frühreaktionen, wie etwa fibrinöse Schleimhautentzündungen, strebte er sogar an, da ohne diese die Strahlenwirkung auf den Tumor wesentlich weniger günstig sein soll. Die mögliche zweite Reaktionswelle mit Schluckbeschwerden und Trockenheit der Schleim- und Speicheldrüsen kann Jahre dauern. Als relativ geringfügige Spätreaktionen beobachtete er bisweilen Teleangiektasien an den Stimmbändern, Schleimhautindurationen und lokale Ulcerationen. Spätkomplikationen seitens des Knorpels hat er nicht gesehen. Die Haut der Frauen ist seiner Angabe nach 20% strahlenempfindlicher als die der Männer.

11 Jahre später beschäftigt sich B o n s e [14] mit der Strahlentherapie der Kehlkopfkrebse, die nach amerikanischen Veröffentlichungen der operativen Behandlung zumindest gleichwertig, in einzelnen Fällen sogar überlegen ist. Je nach der Lokalisation werden „äußere" und „innere" Kehlkopfkrebse unterschieden. Während bei den ersteren eine Fünfjahresheilungsziffer von 40% erreicht wurde, konnten von den Stimmbandkrebsen sogar 73% geheilt werden. Eine Prophylaxe der Perichondritis ist nach amerikanischen Berichten durch Antibiotika gut möglich. Therapeutisch ist eine ausgebildete Perichondritis, wie sie bei etwa 15% der Bestrahlten beobachtet wurde, kaum zu beeinflussen. Durch vor oder auch nach der Bestrahlung erfolgte operative Eingriffe, wie Laryngofissuren oder partielle Resektionen, wird die Entstehung von Schädigungen offenbar begünstigt.

L u n g e

Strahlenschädigungen der Lunge zeigen sich in den verschiedensten Formen. Aus der Literatur geht hervor, daß nicht allein Dosierung und Bestrahlungsweise für das Ausmaß der Reaktion bedeutsam sind, sondern daß eine Disposition zu entzündlich-bindegeweblichen Reaktionen mit ausschlaggebend ist. Beim Bestehen von Lungenprozessen ist die Widerstandskraft des Lungengewebes vermindert. Entzündliche Lungenveränderungen, die zur Karnifikation neigen, oder tuberkulöse Erkrankungen, die zu bindegewebiger Schrumpfung führen können, begünstigen offenbar die Entstehung von Strahlenschädigungen schon bei verhältnismäßig kleinen Strahlenmengen. Umgekehrt kann auch eine nach einer frischen, leichten Strahleninduration hinzutretende Pneumonie schwere chronische Schäden setzen.

Es sei darauf hingewiesen, daß reaktive Lungenveränderungen nicht nur bei der Bestrahlung von Tumoren der Lungen selbst, sondern auch bei Strahlenbehandlung anderer, im Thoraxbereich gelegener Organe entstehen können.

Ernste Symptome einer Strahlenschädigung treten auch bei der Lunge oft erst nach Monaten auf. Klinisch kann sich das Bild einer Bronchitis, Bronchopneumonie, einer Pneumonie mit trockenem Husten, leichter Dyspnoe, Fieber und erhöhter Schweißsekretion entwickeln. Röntgenologisch stellt sich die Strahlenfibrose dar als Verziehung der Bronchien und des Mediastinums mit streifigen oder fleckförmigen Verschattungen in den entsprechenden Lungenfeldern. Bei Patienten, die ad exitum ge-

kommen waren, zeigte die Autopsie Hyperämie, Anschoppung der Alveolen und Schädigung der Alveolenwände, Atelektase im betroffenen, Emphysem im angrenzenden Gebiet, sowie Pleuraverklebungen. Stellenweise können Nekrosen des Lungenparenchyms, der Bronchien und Bronchiolen auftreten.

Bauer[15] beschreibt eine schwere Lungenschädigung bei einer 38jährigen Frau, die wegen eines Bronchialkarzinoms in drei Serien mit einer Spannung von 180 kV, 4 mA, Filter 0,5 mm Cu und 3 mm Al, FHA 40 cm und einer HWS von 0,95 mm Cu bestrahlt wurde. 1. Serie: 8800 r in 6 Wochen aus 6 Feldern; nach nach drei Monaten 2. Serie: 5600 r in 3½ Wochen aus 5 Feldern; nach weiteren drei Monaten 3900 r in 4 Wochen aus 4 Feldern. Kurze Zeit darauf starb die Patientin. Als Todesursache wurden Strahlenschädigungen und deren Folgen angegeben.

Schraier und Krombach[16] berichten über diesen Fall ausführlich: der erste Röntgenbefund ergab einen Mediastinaltumor, der mit dem linken Lungenoberlappen zusammenhing, daneben einen Erguß in der linken Pleurahöhle. Nach der ersten Bestrahlungsserie waren klinisch weitgehende Besserung und deutlicher Rückgang des Tumors festzustellen, auch der Pleuraerguß verschwand. 12 Wochen später war bei der Röntgenkontrolle der Erguß wieder zu sehen; eine fleckig-streifige Zeichnung im linken Oberfeld wurde als erneutes Einwachsen des Tumors gedeutet. Die zweite Bestrahlungsserie brachte keine Änderung des röntgenologischen Befundes. Im Ekg wurde ein Myocardschaden diagnostiziert. Nach drei Monaten klagte die Patientin über Husten und schleimigen Auswurf. Es war eine Zunahme der Verschattung im linken Oberfeld zu erkennen, die als weiteres Tumorwachstum angesehen wurde. Die dritte Serie bewirkte keine Besserung. Röntgenologisch stellte sich jetzt noch eine Infiltration der rechten Lunge dar; nach einigen Tagen kam die Patientin ad exitum.

Der Sektionsbefund zeigte eine eigenartige Pneumonie mit starker Fibrose der Lunge, die Alveolen waren mit fettspeichernden Zellen ausgefüllt. Durch Ödemflüssigkeit und Fibrin wurde die Atemfläche erheblich vermindert. Tumorzellen konnten trotz eifrigen Suchens nicht nachgewiesen werden. Der im Ekg festgestellte Myocardschaden ließ sich mikroskopisch nicht bestätigen. Es erschien die Annahme gerechtfertigt, daß der Tumor schon nach der ersten oder zweiten Bestrahlungsserie zerstört war; die Reaktion des Lungengewebes auf die Bestrahlung war fälschlicherweise als Tumorwachstum gedeutet worden.

Teschendorf[17] führt zwei Todesfälle im Anschluß an Strahlenbehandlungen an. Seine Bestrahlungsbedingungen waren 180 bis 200 kV, 6 mA, 0,5 mm Cu, HWS 0,95 mm Cu, FHA ca 40 cm.

Ein Kyphoskoliotiker wurde wegen eines Ösophaguskarzinoms strahlenbehandelt. Wegen der Verziehung des Tumors in eine zur Medianlinie fast rechtwinklig liegende Ebene wurden aus 5 Feldern (Feldgröße 10×15 cm) insgesamt 11 500 r OWD innerhalb von sechs Wochen gegeben. Neben deutlichem Rückgang der Beschwerden traten Atemnot und Husten auf. Nach 14 Tagen starb der Patient an Kreislaufschwäche. Die Autopsie ergab eine ausgedehnte Karnifikation und Induration der linken Lunge. Das Karzinom war makroskopisch nicht mehr nachzuweisen.

Der zweite Fall, ein Patient mit einem Mediastinaltumor, wurde in drei Serien bestrahlt: 1. Serie 14 000 bis 15 000 r OWD, nach zwei Monaten 2. Serie 7920 r, nach sechs Monaten 3. Serie 4500 r. Ein Jahr später wurde, neben fast völligem Rückgang der Geschwulst, in der Umgebung des Mittelschattens eine auffällige Verdichtung der Lungenpartien mit

dichten, strangförmigen Ausläufern in die Lungenfelder beobachtet, die als Strahlenreaktion der Lunge anzusehen ist. Der Kranke verspürte keine wesentlichen Beschwerden. Als nach einem weiteren Jahr der Tod durch ein Rezidiv erfolgte, ergab der Sektionsbefund ein Thymuskarzinom, Schwielenbildung an Mediastinum und Perikard, aber keine Veränderungen des Lungengewebes. Es hatte sich also die anfangs aufgetretene Lungeninduration wieder zurückgebildet.

McIntosh und Spitz[18] haben 60 Kranke mit Mammakarzinomen strahlenbehandelt. Ihre Bestrahlungsbedingungen waren: Röhrenspannungen bis höchstens 200 kV, 0,5 mm Cu und 1 mm Al, FHA 50 cm, aus 5 Feldern bei einzeitiger Bestrahlung mit 750 r, oder mit verteilter Dosis 2 000 r OWD. Bei 15 Patientinnen kam es zu Veränderungen entzündlicher Art, die von den Autoren als „Pneumonitis" bezeichnet wurden. Todesfälle kamen nicht vor. Die Erkrankungen der Lungen heilten, mit Ausnahme von zwei Fällen, bei denen die Heilung längere Zeit in Anspruch nahm, innerhalb von 2 bis 6 Monaten wieder ab.

Jacobson[19] bestrahlte ein Lungenkarzinom in sieben Serien unter Tiefentherapiebedingungen mit einer Gesamtdosis von 15 000 r. Wegen ausgedehnter Strahlenschädigungen der rechten und Infektion der durch vermehrte Arbeitsleistung stärker beanspruchten linken Lunge kam es zum Exitus letalis. Der Patient hatte über starke Schmerzen auf der rechten Thoraxseite geklagt, die klinisch den Verdacht einer Pleuraaffektion nahelegten. Autoptisch wurden eine Pleuraverdickung mit narbigen Retraktionen, Mediastinalverziehungen und Zwerchfellhochstand bei verschmälerten Intercostalräumen nachgewiesen, Veränderungen, die man sicher als pathognomonisch für Röntgenschädigungen ansprechen darf.

Sobolew[20] hat 66 Kranke mit Brustkrebs postoperativ bestrahlt. In 23 Fällen, denen 5 000 r verabfolgt wurden, kam es zu keinem pathologischen Lungenprozeß; nur klagten 7 Patientinnen über Heiserkeit und Kurzatmigkeit. Bei 34 Frauen, die 5 000 bis 10 000 r erhalten hatten, waren stärkere Dyspnoen, zum Teil beginnende Parenchymveränderungen im Sinne einer Fibrose und Mediastinalverziehungen zu beobachten. Bei acht Kranken, die mit mehr als 10 000 r bestrahlt worden waren, traten Fibrosen sowie interstitielle pneumonische Herde auf.

Interessant ist in diesem Zusammenhang eine Untersuchung von Fort und Behounek[21] über die Todesursache bei 63 Bergleuten aus den Erzgruben von Joachimsthal und Schneeberg. Von ihnen starben 45% an Lungenkrebs, der auf eine präcanceröse Disposition des Lungengewebes zurückzuführen war, die offensichtlich durch die jahrelang einwirkende radioaktive Strahlung vor Ort hervorgerufen wird. Die toxische Emanationsdosis soll bei 15 MD liegen. In einem Falle trat das Karzinom noch auf, trotzdem der Mann sechs Jahre vorher in ein normales Bergwerk übergewechselt war. Auch Anthrasilikose soll durch dauernden Reiz beim Entstehen des Karzinoms mitwirken, jedoch wird diese Annahme von den Autoren selbst mit Vorsicht bewertet.

Warren, Shields und Spencer[22] haben mit 398 Kranken ein recht umfangreiches Material für den Nachweis von Strahlenschädigungen des Lungengewebes zur Verfügung gehabt. Auch sie stehen auf dem Standpunkt, daß es ein spezifisches histologisch-pathognostisches Bild „Strahlenschädigung der Lunge" nicht gibt. Ihre Beschreibung der Veränderungen deckt sich mit den Angaben anderer Autoren. Das Wesentliche an dieser Arbeit aber ist folgendes: Nach Ansicht der Verfasser sollen sich Spätschäden, die als bleibende Fibrosen und Hyalinisierungen auftreten und gewöhnlich mit Pleuraadhärenz und einer Verschmälerung

des Thorax einhergehen, von metastatischen Erkrankungen dadurch unterscheiden lassen, daß bei letzteren die röntgenologisch nachweisbare Einengung des Brustkorbes nicht vorhanden ist. Die genannten Autoren fanden Metastasen im gleichen Verhältnis (62%) bei Bestrahlten wie bei Unbestrahlten.

Bonse[23] befaßt sich in einer seiner Arbeiten mit der Methode von Mocht und Perlberg[24], bei der, um Strahlenschädigungen der Lunge zu vermeiden, Heparin appliziert wird. In Versuchen wurde festgestellt, daß, im Vergleich mit nicht vorbehandelten Kontrolltieren, heparinisierte Tiere weit geringere entzündliche Lungenveränderungen aufwiesen. Wie durch zwei entsprechende Patienten gezeigt wird, können durch Röntgenstrahlen die malignen Tumoren zwar völlig zerstört werden, während es die auftretenden entzündlichen Veränderungen des Lungenparenchyms sind, die dennoch den Tod des Patienten herbeizuführen vermögen. So könnte Dicumarolapplikation durch Verringerung der entzündlichen Erscheinungen die Heilungsaussichten bei der Bestrahlung von Lungentumoren erhöhen. Bonse[23] ist nicht ganz so optimistisch wie die von ihm angegebenen Autoren und verlangt erst die Bestätigung durch ein entsprechend zahlreiches Krankengut.

Herz

Über Schädigungen des Herzens durch strahlentherapeutische Maßnahmen wird relativ wenig berichtet. Es liegen darüber mehrere experimentelle Arbeiten vor, aus denen hervorgeht, daß die Ergebnisse von Tierversuchen für den menschlichen Organismus nur bedingt gültig sind. Die auftretenden Herzschädigungen zeigen sich vorwiegend als Rhythmusstörungen sowie Dilatation und Hypertrophie des rechten Herzens, wobei die Veränderungen am rechten Herzen als Folge der erschwerten Lungendurchblutung anzusehen sind (Freid und Goldberg[25]). Experimentelle Herzschäden bieten histologisch folgendes Bild: Trübe Schwellung mit Verlust der Querstreifung, wachsartige Degeneration mit teilweise aufgelöster Fibrillenstreifung, Atrophie der Muskelfasern bis zum Schwund, Kernschwund und Kernverarmung in den degenerierten Partien, perivaskuläre und diffuse entzündliche Infiltration und Schwielenbildung (Werthemann[26]).

Domagk[27] wies bei bestrahlten Kaninchen feintropfige Verfettung, bisweilen Verlust der Querstreifung und scholligen Zerfall der Muskelfasern nach. Wenn die Tiere die Bestrahlung längere Zeit überlebten, fand er später interstitielle Fibroblastenwucherungen und zellarme Schwielen.

Der erste Bericht über eine Strahlenschädigung am menschlichen Herzen wurde wohl von Schweizer[28] veröffentlicht. Bei einer 30jährigen Frau gelang es, einen Mediastinaltumor durch Strahlenbehandlung so weit zur Rückbildung zu bringen, daß auch bei der Sektion Tumorreste nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Der Tod trat unter den Zeichen einer Erstickung ein, und zwar als Folge der schweren, durch Strahleneinwirkung hervorgerufenen Schädigung des Herzmuskels. Diese zeigte sich in brauner Atrophie, feinkörniger Verfettung, vasculärer Degeneration und körnigem Zerfall der Muskelfasern. Das interstitielle Bindegewebe schien stellenweise gleichmäßig vermehrt und zeigte Neigung zur Körnchenbildung.

Faust[29] beschreibt eine als Strahlenfolge angesehene Pericarditis fibrinosa. Der Patient starb nach der Operation eines Teratoms, das zunächst als maligner Tumor angesehen worden war und intensiv röntgen-

bestrahlt wurde. Autoptisch fand sich außer brauner Atrophie keine makroskopisch sichtbare Veränderung des Myocards. Der Herzbeutel war stark gedehnt, während Pericard und Epicard zottig von dicken Fibrinmassen überdeckt waren.

Eggers[30] beschreibt das Auftreten von Rhythmusstörungen im Verlauf von Röntgenbestrahlungen. Bestrahlt wurde mit 157,5 kV, 12 mA, 5 mm Al, FHA 30 cm, drei- bis sechsmal aus 1 bis 3 Feldern mit 60% der HED. In zwei Fällen trat paroxysmales, in zwei weiteren dauerndes Vorhofflimmern auf. Bei zwei Patienten beobachtete der Autor nach sechsmal 60% der HED aus drei Feldern Extrasystolen. Bei einem der Bestrahlten, der nur dreimal 20 bis 25% der HED von einem Feld aus erhalten hatte, stellten sich vorübergehend Rhythmusstörungen ein. Da es sich in fünf Fällen um Patienten mit vorher gesunden Herzen handelte, muß eine Strahlenschädigung angenommen werden. Die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das Herz in Kombination mit der Wirkung des Narbenzugs benachbarter Tumoren wird als ursächlich für das Auftreten der Rhythmusstörungen angesehen.

Thiebaudeau und Mattick[31] fanden als strahlenbedingte Veränderungen des Herzens Bilder, die zwischen leichter interstitieller Fibrose und hyaliner, fettiger Degeneration der Muskelfasern mit nekrotischen Herden liegen.

Bartsch und Wachner[32] geben als Symptome der Herzschädigung Tachycardie, Absinken des Blutdrucks, Verminderung der Blutdruckamplitude und Lauterwerden der Herztöne sowie Veränderungen im Ekg, die auf eine Störung des Kontraktionsvorganges schließen lassen, an. Histologisch fanden sich auf die Strahleneinwirkung zurückgehende Herzveränderungen, die den Befunden bei schweren toxischen Myocardschädigungen durch Störung der Myocarddurchblutung gleichen. Die Autoren fordern eine prophylaktische Herz- und Kreislauftherapie im Sinne einer Herabsetzung der Herzleistung und Fortsetzung dieser Behandlung über die Bestrahlungszeit hinaus, da eine akute Herzschwäche noch Wochen nach der Röntgentherapie eintreten kann.

Es ist durchaus möglich, daß bei der Strahlenschädigung des Herzens auch eine Intoxikation mitspielt, da die beim Zerfall von Tumorzellen freiwerdenden Eiweißabbauprodukte ohne Zweifel eine nicht unwesentliche Kreislaufbeeinträchtigung bewirken.

Niere, Nebenniere

Auch die Niere wird in Mitteilungen über strahlenbedingte Organschädigungen nicht sehr häufig erwähnt. Auf Grund ihrer topographischen Lage ist sie Strahlenschädigungen in geringerem Maße ausgesetzt als andere Organe. Genauere Kenntnisse von Nierenschädigungen stammen zum größten Teil aus Tierversuchen, wobei die Angaben verschiedener Autoren im allgemeinen gleichlautende Befunde aufweisen.

Gabriel[33] konnte im Tierversuch Nierenschäden erzeugen, die von leichten Gefäßveränderungen bis zur primär vasculären Schrumpfniere gingen. Seiner Ansicht nach erfolgt zuerst eine Quellung, dann eine Erweiterung der Gefäße mit stärkerer Durchblutung der Glomerulusschlingen und Blutungen in die Kapselräume. Das Nierenparenchym geht zugrunde. In der Folge finden sich verfettete Tubulusepithelien und Verödung der Glomerulusschlingen.

Willis und Bachem[34] verursachten bei Tieren durch Versuchsbestrahlungen eine progressive Degeneration der Tubuli und deren Er-

satz durch Bindegewebe. Für eine Regeneration fanden sich keine Anzeichen. Nach ihren Angaben treten primär die tubulären Veränderungen auf, dann folgt Narbenbildung mit Verödung der Kapillaren. Das Endergebnis ist die Schrumpfniere als Folge einer Nephrose. Dies steht in gewissem Widerspruch zu der Ansicht von Gabriel[33], der primär eine nervale Gefäßlähmung annimmt.

Domagk[34] wies bei Kaninchen, die mit 1 bis 12 HED bestrahlt worden waren, Schädigungen an den Mitochondrien der Kanälchenepithelien mit Verklumpung und Untergang nach, wozu später Infiltrate und Bindegewebswucherungen kamen. Er fand geringe Veränderungen der Glomeruli im Sinne der Bestrahlungsschrumpfniere.

An anderer Stelle beschreibt Domagk[27] die Nierenveränderungen sehr ausführlich. Mehrfach beobachtete er bei Versuchstieren eine akute Nephritis. Als früheste Strahlenreaktion zeigten sich muliple Degenerationserscheinungen an den Epithelien der Hauptstücke und der Henleschen Schleifen in Form von Quellung, Zerfall oder Atropie sowie Abstoßung der geschädigten Zellen. Es ist ihm aber nie gelungen, experimentell eine diffuse Glomerulonephritis hervorzurufen. Domagk[27] stellt sich in Gegensatz zur Ansicht Gabriels[33], daß Gefäßveränderungen der Ausgangspunkt der Nierenschädigungen seien, da er bei über 100 Versuchen nie Glomerulusverödungen vor Veränderungen der Harnkanälchen gefunden hat. Nur ein geringer Teil der Autoren schließt sich der Anschauung Gabriels[33] an, die nach Domagk[27] durch das vorgelegte Material in keiner Weise bewiesen werden kann.

Holthusen[1] bestätigt die von Domagk[27] gefundenen strahlenbedingten Nierenveränderungen. Auch bei einer ausgebildeten nephrotischen Schrumpfniere ist die Veränderung der Glomeruli weniger ausgeprägt, so daß sich in dem narbig veränderten Nierenparenchym fast unveränderte Glomeruli finden können. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Funktionsstörungen nicht sehr deutlich hervortreten. Beeinträchtigt sind das Wasserausscheidungsvermögen und unter Umständen die Kochsalz- und Gesamtaschekonzentrationsfähigkeit. Diese Veränderungen finden sich schon nach therapeutischen Dosen an der Tierniere.

Für die menschliche Niere darf in gewissen Grenzen eine ähnliche Strahlenreaktion erwartet werden, wie sie in Tierversuchen provoziert wurde. Es müßte demnach auch beim Menschen das Bild einer Schrumpfniere auftreten. Von dieser Überlegung ausgehend, versuchte Navratil[36] durch Röntgenbestrahlung die Nierenfunktion auszuschalten, um auf diese Weise Ureterfisteln zur Abheilung zu bringen. Es handelte sich um Patienten, die eine Operation zunächst ablehnten. Ein Patient erhielt in 4 Wochen 120% der HED Tiefenbestrahlung; als 2. Serie in 14 Tagen 80% der HED. Da die erhoffte Wirkung ausblieb, mußte doch operiert werden. Das Nierenbecken enthielt dicken, rahmigen Eiter und wurde drainiert. Nach 3 Monaten begann sich die Fistel zu schließen. – Bei einem anderen Kranken mußte trotz Bestrahlung die Niere extirpiert werden; sie wies narbige Einziehungen der Oberfläche und atrophisches Bindewebe auf. Das Epithel der Harnkanälchen erschien verquollen, im Bereich der Narbenfelder war das Bindegewebe dichter und kleinzellig infiltriert. Es fanden sich zahlreiche kleine nephritische Herde. – Auch in drei weiteren Fällen mißlang der Versuch, durch Bestrahlung eine Verödung zu erzielen, so daß Navratil[36] eine entsprechende Wirkung der Strahlen auf die menschliche Niere verneint.

Klein[37] beschäftigte sich ebenfalls mit der „Nierenausschaltung" durch Röntgenbestrahlung mit dem Ziel, die Heilung von Ureterfisteln zu erreichen. Er zitiert Domagk[27], der zum damaligen Zeitpunkt, 1928, als einziger über eine Röntgenschädigung der Niere beim Menschen berichtet hatte. Bei der Sektion eines Kindes, das wegen Mesenterialdrüsentuberkulose mehrmals bestrahlt worden war und ein halbes Jahr später an einer Nephritis starb, zeigten sich die Strahlenschädigungen in Form einer chronischen Glomerulonephritis. – Bei einem Mann, der wegen des klinischen Verdachtes auf eine myeloische Leukaemie bestrahlt worden war, ließen sich autoptisch zahlreiche kleine narbige Einziehungen an den Nieren nachweisen. Der mikroskopische Befund war fast identisch mit dem Bild der bei Kaninchen beobachteten Nierenveränderungen. Es fanden sich gut erhaltene Glomeruli, gewuchertes Bindegewebe an Stelle der zerstörten Kanälchen, unveränderte Gefäße. Große strahlige Narben, Reste von Harnkanälchen und meist gut erhaltene Glomruli, die nur stellenweise hyalin degeneriert waren, sowie frische Zerfallserscheinungen an den Hauptstückepithelien vervollständigten das Bild. Bei zwei anderen Patienten waren Rundzelleninfiltrate zwischen den Harnkanälchen und diffuse Bindegewebsvermehrung nachzuweisen. In keinem der Fälle war eine andere Deutung als die einer Strahlenschädigung möglich.

Im Gegensatz zu Navratil[36] gibt Klein[37] an, daß es ihm gelang, durch Röntgenbestrahlung die Nierenfunktion auszuschalten. In vier Fällen hörte das Nässen der Patientinnen per vaginam ohne die sonst notwendige Totalextirpation der Fistelniere auf. Seine Bestrahlungsbedingungen gibt er mit 200 kV, 49,5 mA, FHA 30 cm, 0,5 mm Zn, 1,0 mm Al aus 1 bis 3 Feldern von 6×8 oder 12×16 cm in 1 bis 3 Serien an. Die Dosierung erfolgte je nach Adiposität der Patienten derart, daß am Erfolgsorgan 90% der HED zur Wirkung kamen.

Holfelder und Peiper[38] berichten über zwei Patienten mit Strahlenschädigungen der Nebenniere, die klinisch eine gewisse Ähnlichkeit mit der Symptomatologie des Morbus Addison aufwiesen, besonders durch Auftreten der charakteristischen Pigmentierung, verbunden mit Mattigkeit und Abgeschlagenheit. Die Erscheinungen hielten etwa 4 bis 6 Wochen an. Wegen der Ähnlichkeit der Symptome nehmen die Autoren beim Röntgenkater auch eine Beteiligung der Nebennieren an. Mikroskopisch fanden sie an den Versuchstieren nach der Bestrahlung Veränderungen der Rinde in Form von Unregelmäßigkeiten der Zellstruktur, Kernstruktur und Kernform, sowie Verwischung der Zellgrenzen und Vakuolenbildung.

Skavera und Bogajevskij[39] bestrahlten Rinder mit 30 bis 100 kV, 0,5 bis 2,0 mm Al (keine weiteren Angaben) und gaben 5 bis 100% der HED. Es erwies sich, daß 5 bis 10% der HED die Adrenalinproduktion steigerten, während höhere Dosen sie hemmten. Auch anfängliche Verminderung der Adrenalinausschüttung mit nachfolgender Steigerung wurde beobachtet. Die Gefäße zeigten nur eine schwache Reaktion.

Magen, Milz

Über wirklich ernste und bleibende Strahlenschädigungen dieser beiden Organe sind in der Literatur kaum Angaben zu finden. In bezug auf den Magen könnte es daran liegen, daß bei Magenkarzinomen in den meisten Fällen operiert wird; der Strahlenbehandlung kommt Bedeutung zu bei inoperablen Fällen, wo sie nur palliative Wirkung hat, und als Nach-

bestrahlung von Resttumoren bei Operierten, so daß es nicht mit Sicherheit möglich ist, die reinen Strahlenschädigungen klar abzugrenzen.

Nach Miescher[40] haben die Strahlen einen weitgehenden Einfluß auf die Magensaftsekretion. Er bestrahlte die Magengegend von Hunden unter folgenden Bedingungen: Symmetrieapparat, SHS-Röhre, 35 mm Funkenstrecke, 2,2 mA, 4 mm Al, FHA 30 cm, Feldgröße 15×20 cm. Bei 33% der HED stieg die Sekretmenge am dritten Tag nach der Bestrahlung auf 140% des Anfangswertes. Bis auf eine vorübergehende Senkung hielt die Steigerung fast 14 Tage an, um danach wieder auf die Norm zurückzugehen. Im Laufe mehrerer Monate stellte sie sich auf ein neues Niveau von 120% ein. Die Säurekonzentrationsfähigkeit zeigte einen Tage nach der Bestrahlung die Tendenz zum Fallen. Nach einem Minimum am achten Tage wurde die Norm nach 2½ Monaten wieder erreicht, stieg für etwa zwei Monate über das Normale, um sich dann wieder auf ihren ursprünglichen Wert einzupendeln.

Beim zweiten Versuch wurden dreimal 75% der HED und einmal 86% der HED im Abstand von drei Wochen gegeben. Hier schwankte die Sekretmenge zwischen 150 und 50%. Dem reaktiven Anstieg in der ersten Woche folgte ein rascher Abfall. In der Folgezeit stieg die Sekretmenge unter dauernden Schwankungen langsam wieder an.

Die Säurekonzentrationsfähigkeit erholte sich nach dem Abfallen rascher und war nach einem Monat wieder auf ihrem Anfangswert. Die Sekretmenge benötigte 1½ Monate. Zu diesem Zeitpunkt hatte die Pepsinkonzentration erst 70% ihres Anfangswertes erreicht. Letztere war nach einer Latenzzeit von etwa 14 Tagen erst nach drei Wochen auf ihrem Tiefpunkt angelangt und stieg nur sehr langsam wieder an.

Die Strahlenwirkung auf den Magen imponiert offensichtlich durch eine Periode schwankender Sekretionswerte, doch bestehen bei den einzelnen Teilfunktionen: Sekretmenge, Salzsäurekonzentrationsfähigkeit und Pepsinkonzentration Unterschiede.

Ihdema[41] deckte bei Versuchsbestrahlungen die Magengend völlig ab, um die indirekte Wirkung auf den Magen zu studieren. Er bestrahlte dann mit 150 kV, 2 mA, Tiefendosis 20 bis 30% der HED. Der Magensaft wurde 30 Minuten vor und 30 Minuten nach der Bestrahlung untersucht. Von individuellen Unterschieden abgesehen, fand er Nachlassen der Sekretion, verbunden mit Blutdrucksteigerung, oder Beschleunigung der Sekretion, die mit Blutdrucksenkung einherging. Die Verweildauer der Speisen im Magen blieb teilweise unverändert, zum Teil war sie verlängert. Bei Patienten mit Blutdrucksenkung erwies sie sich regelmäßig als verlängert. Beziehungen zwischen Bestrahlungshäufigkeit und Veränderung der Magentätigkeit ließen sich nicht aufdecken.

Die Milz ist nach Holthusen[1] sehr strahlensensibel. Schon vier Stunden nach der Bestrahlung ist in den Lymphfollikeln der pyknotische Kernzerfall im Gange, nach etwa sechs Stunden in voller Höhe. Entsprechende Strahlendosen (800 r WD) bewirken, daß die Lymphozyten durch große blasige, retikuloendotheliale Elemente aus den Maschen des Retikulums verdrängt werden. Etwa eine Woche darauf beginnt die Regeneration, die unter zahlreichen Mitosen zur völligen Wiederherstellung der Lymphfollikel nach etwa vier bis sechs Wochen führt.

Auch Domagk[27] bestätigt die hohe Strahlenempfindlichkeit der Milz. Nach der Bestrahlung von gesunden Tiermilzen fand er diese klein, die Follikeln waren zellarm und mit Lymphozytentrümmern und Phagozyten angefüllt. In der Pulpa fanden sich Hämosiderinablagerungen als Ausdruck einer vorangegangenen Hyperämie. Eine Regeneration ist nach

mäßigen Strahlenmengen möglich, während intensive Bestrahlung (2 HED, 0,5 mm Cu, wahrscheinlich 150 kV und 4 mA) eine Endarteritis obliterans der Follikelarterien erzeugt und Hyalinisierung der Milzfollikel als Endzustand.

Der Zerfall der Lymphozyten ist im allgemeinen so explosionsartig, daß man sie als die strahlenempfindlichsten Zellen ansprechen muß. Für den Wirkungsgrad der Strahlen ist der Stoffwechsel in den Zellen von wesentlicher Bedeutung, was durch die Tatsache beleuchtet wird, daß die Follikelveränderungen in hohem Maße vom Ernährungszustand des Körpers abhängig sind. Je besser der Futterzustand der Versuchstiere war, um so stürmischer verlief der Zellzerfall, um so schneller kam es aber auch zur Wiederherstellung der Zellen. Wurden die Milzgefäße abgeklemmt, so zeigte sich das anämische Organ außerordentlich strahlenresistent, um jedoch nach Wiedereinsetzen der Zirkulation seine Empfindlichkeit in kurzer Zeit wieder zu erlangen.

Darm

Im Darmbereich treten Strahlenschädigungen wohl am häufigsten auf. Zum Teil mag dies darauf zurückzuführen sein, daß das Darmgewebe besonders strahlenempfindlich ist, vor allem wohl aber auf die Tatsache, daß gerade Unterleibstumoren, besonders in der Gynäkologie, zu einem sehr großen Teil der Strahlenbehandlung zugeführt werden.

Ceelen[3] vertritt zur Frage der Röntgenschädigungen des Darmes die Ansicht, daß diese erst nach mehreren Bestrahlungen mit normalen therapeutischen Dosen auftritt und dann nur an solchen Darmteilen, die durch sich kreuzende Strahlenfelder mehrfach getroffen werden. Die kumulierende Wirkung der Röntgenstrahlen hemmt die Regenerationsfähigkeit des Darmgewebes und führt dadurch zu tieferen Gewebsnekrosen. Dieser Prozeß befällt zunächst Schleimhaut und Submucosa. In welchem Maße der nekrotische Zerfall der Darmwand nun tatsächlich der Strahlenwirkung und inwieweit er der Einwirkung der Darmbakterien zuzuschreiben ist, kann auch histologisch nicht entschieden werden. Die Wirkung der Strahlen muß jedoch als primär auslösendes Moment angesehen werden. Gleich anderen Autoren gibt auch Ceelen[3] an, daß es ein einheitliches, spezifisches Bild „Strahlenschädigung" nicht gibt, weder klinisch, noch histologisch. Die Strahlenfolgen machen sich, je nach Schwere der Schädigung, bemerkbar als leichte Darmstörungen, mehr oder weniger starke schleimige bis blutige Durchfälle, als Rektumstenosen, Subileus, Peritonitis, sowie als Nekrosen der Darmwand oder Kotfisteln.

Wallace[42] führte Röntgenuntersuchungen des Darmes vor und nach der Bestrahlung von Cervixcarcinomen durch. Er fand keine Veränderungen an Duodenum und Jejunum, am Ileum jedoch verminderte Motilität, Lumenverengung und Segmentierung des Breistromes.

Benthin[43] beobachtete bei fünf Patienten, die er wegen Unterleibstumoren mit Radiumeinlagen behandelte, Rektovaginalfisteln als Strahlenfolge. Zur Vermeidung von Sekundärstrahlen war das Radium in einem Messingfilter appliziert worden. Es erhielt:

Patientin 1: In 7 Monaten 5 Serien gleich 10 800 mg El h,
dazu 2 Röntgenbestrahlungen mit 960 X,
Diagnose: Portio-Ca.

Patientin 2: In 6 Monaten 6 Serien 10 800 mg El h,
dazu 10 Röntgenbestrahlungen (mit ?),
Diagnose: Corpus-Ca.

Patientin 3: In 4 Monaten 4 Serien gleich 7200 mg El h, dazu 2 Röntgenbestrahlungen (mit ?), Diagnose: Cervix-Ca.

Bei den folgenden Fällen sind die Angaben unvollständig; wahrscheinlich:

Patientin 4: In 4 (?) Monaten 4 (?) Serien gleich 7200 mg El h, dazu 13 Röntengenbestrahlungen mit (?), Diagnose: Portio—Ca.

Patientin 5: In 6 (?) Monaten 6 (?) Serien gleich 10 800 mg El h, dazu 4 Röntgenbestrahlung mit (?), Diagnose: Cervix-Ca.

In allen fünf Fällen handelt es sich einwandfrei um Patientinnen, bei denen kein Fortschreiten des Tumors zu verzeichnen war und das Radium für die aufgetretenen Schädigungen verantwortlich gemacht werden muß. Während es hier zur Ausbildung von Fisteln kam, traten bei zwei anderen Frauen, die 14 000 mg El h erhielten keinerlei Komplikationen auf.

B u h t z [44] hat über hundert Fälle aus der Literatur zusammengestellt. Sie zeigen alle ein fast einheitliches Bild: Diarrhöen, Tenesmen, Peritonitiszeichen. Bei vielen Patienten trat der Tod durch Darmbluten oder Ileus ein. Es gelang, manche Kranke durch rechtzeitige Resektion des geschädigten Darmteiles am Leben zu erhalten. B u h t z [44] führt Darmschädigungen auf die Besonderheiten der Bestrahlungstechnik zurück, die es oft mit sich bringen, daß einzelne Darmschlingen von zwei oder mehr sich kreuzenden Feldern getroffen werden, oder daß die zweite Serie eine Schlinge trifft, die sich von der ersten Bestrahlungsserie noch nicht wieder erholt hat. Einige dieser Fälle seien angeführt. Es wurde jedes Mal unter den gleichen Bedingungen mit 180 kV, 6 mA, 0,5 mm Cu Tiefentherapie gearbeitet.

Ein Prostatakarzinom wurde innerhalb von 4½ Wochen aus 9 Feldern mit je 5×330 r bestrahlt. Der Tumor verkleinerte sich merklich. Nach 4 Wochen vergrößerte er sich wieder, und es wurden nochmal aus einem Feld 3×220 r gegeben. Nach zwei weiteren Wochen kam der Patient ad exitum. Die Autopsie ergab neben ausgedehnten Tumorinfiltrationen der Prostata und der Blase Nekrosen der Ileumschleimhaut.

Wegen Knochenmetastasen eines Mammakarzinoms wurden Becken und Lendenwirbelsäule einer Patientin mit je 3×330 r und 4×220 r in drei Wochen, in zeitlicher Überschneidung noch aus zwei weiteren Feldern mit je 3×330 r, ebenfalls in drei Wochen, bestrahlt. Als vier Wochen später der Tod eintrat, ergab die Sektion neben Krebsmetastasen in Leber, Wirbelsäule und Becken eine schwere ulceröse Colitis von der Mitte des Colon transversum bis zum Rektum.

Ein anderer Patient wurde wegen Prostatakarzinoms in drei Serien bestrahlt: 1. Serie: Je 5×330 r aus 9 Feldern in 4 Wochen; 2. Serie: 6 Monate später je 5×330 r aus 8 Feldern in 4 Wochen; 3. Serie: Nach 2 Monaten je 4×330 r aus 4 Feldern in 3 Wochen. 9 Monate nach dem Beginn der Behandlung starb der Patient. Auch hier zeigte der Sektionsbefund neben einem zerfallenden Blasenkrebs Nekrosen im Colon sigmoideum.

Bei einer Patinetin, die nach Uterusextirpation mit 100 kV, 8 mA, 1 mm Cu aus 2 Feldern 10×15 cm mit einem FHA von 30 cm mit 120% der HED je Feld nachbestrahlt worden war, trat unter Diarrhöen, Tenesmen und peritonitischen Erscheinungen der Tod durch Darmruptur ein (F r i e d [45]).

Nach Schwarz[46] wurde ein Patient durch Resektion des 15 cm langen geschädigten Sigmoidteils am Leben erhalten. Die Bestrahlung erfolgte hier mit 200 kV, 2,5 mA, gefiltert mit 0,5 mm Cu und 1 mm Al in einem Bauchfeld mit 40 cm FHA zu 100% der HED, im Rückenfeld mit 44 cm FHA zu 90% der HED. Auch hier scheint der geschädigte Darmteil im Schnittpunkt beider Felder gelegen zu haben. Schwarz[46] beobachtete bei 10 von 26 bestrahlten Frauen fast unstillbare Durchfälle, Tenesmen und teilweise mit Blut vermischte Schleimabgänge; die Beschwerden waren jedoch nur vorübergehender Natur.

Meves[47] berichtet über einen Kranken, der nach einer Magenresektion intensiv röntgennachbestrahlt wurde (3×100% der HED in 12 Tagen). Nach 16 Jahren wurde wegen chronischer Neigung zu Darmverschluß ein Stück des oberen Dünndarmes reseziert. Die Untersuchung des resezierten Stückes ergab ein stenosierendes Röntgengeschwür.

Chydenius[48] hatte bei 321 Kranken 33 mal Spätreaktionen des Mastdarms zu verzeichnen, davon waren 15 hochgradig. Bis auf eine heilten jedoch alle ohne aktive Behandlung wieder aus. Die Schäden traten an den Stellen auf, denen das Radiumpräparat am nächsten lag, und können bisweilen mit Rektumkarzinomen oder Metasen verwechselt werden. Zur Vermeidung von Strahlenschädigungen empfiehlt der Autor Abdrängen des Rektums durch Tamponade und genaue vorherige Lagebestimmung.

Drescher[49] bestrahlte mit 180 kV, 4 mA, Filter 1 mm Cu, FHA 40 cm, HWS 1,36 mm Cu, Feldgröße 10×15 cm. In einer Zusammenstellung gibt er einen Anhalt für die Strahlenverträglichkeit des Darmes und der Blase, aus der hervorgeht, daß Darmschädigungen viermal häufiger vorkommen als solche der Blase. Weiterhin berichtet er, daß er bei Collumkarzinomen durch Erhöhung der Dosis von 7 000 r auf 8 500 r die Heilungsziffer im Durchschnitt um 7% steigern konnte, während die prozentuale Steigerung der Schäden nur 2,4% betrug. Einen systematischen Zusammenhang zwischen verabreichter Dosis und Schädigung verneint der Autor, da es auch bei extrem hoher Dosierung nicht unbedingt zu einer Strahlenschädigung kommen muß.

Blase

Blasenschädigungen werden nur vereinzelt erwähnt. Ihre Symptome imponieren als Cystitis mit Tenesmen, häufigem Urindrang und Trübung des Urins; bisweilen kommen Ulcera mit speckigem Grund an der Blasenwand vor.

Müller[50] hat obige Bilder zweimal beobachtet. Er bestrahlte mit Veifa Reform, Müllersiederöhre. Die Dosierung gibt er wie folgt an:

Patient 1: Zuerst 40 Minuten mit 4 mm Al gefiltert, dann 130 Minuten mit 1 mm Al und 0,5 mm Zn; Feldgröße jeweils 15×15 cm, FHA 22 cm, im Ganzen 800 bis 900 Fürstenau in einem Monat. Später wurden nochmals 950 Fürstenau gegeben.

Patient 2 wurde unter den gleichen Bedingungen in 10 Tagen mit 1350 Fürstenau bestrahlt.

In beiden Fällen konnte Müller[50] die oben beschriebenen Schäden durch Spülungen und medikamentöse Maßnahmen wieder beseitigen.

Kulitzki[51] hat festgestellt, daß aus technischen Gründen bei Röntgenbestrahlung häufiger der Blasenscheitel, dagegen bei der Radiumtherapie vorzugsweise der Blasenboden betroffen wird. Frühschäden äußern sich in einer mehr oder weniger hochgradigen, gegebenenfalls

auch hämorrhagischen Cystitis; Geschwürsbildungen gehören zu den Ausnahmen. Spätschäden zeichnen sich durch Gefäßveränderungen in Form von Weitstellung sowie Schleimhautatrophie aus. Bei Überdehnung der Blase führt dies bisweilen zu Blutungen, Zirkulationsstörungen und Geschwürsbildung. Das Spätgeschwür kann zur Fistelbildung führen.

Als Ursache der Schädigungen gibt er stets Überdosierung an. Die Prognose der Frühschäden ist gut, die der Spätschädigungen zweifelhaft.

McNally[52] erwähnt drei Fälle von Spätschädigungen der Blase, wovon der eine nach einer einmaligen Dosis von 4000 mg el h auftrat. – In einem anderen Fall traten Ulcerationen und massenhaft Steinbildung auf; nach Cystektomie und Uretertransplantation verstarb der Patient.

Benthin[43] hat in der Reihe der oben erwähnten Rektovaginalfisteln, ebenfalls im Anschluß an die Strahlenbehandlung eines Cervixkarzinoms, eine Blasenfistel beobachtet, die sich nach 7 Röntgenbestrahlungen und zehnmaliger Radiumeinlage von insgesamt 18 000 mg El st bildete. Die Fistel trat einen Monat nach der Bestrahlung auf.

Rulle[53] gibt an, daß es aber auch Jahre dauern kann, bis eine Strahlenschädigung klinisch manifest wird. Bei einer Patientin, die er wegen eines Portiokarzinoms mit Mesothorium behandelte, gab er in 8 Applikationen während vier Wochen 4800 mg El h, ein viertel Jahr später in 7 Tagen nochmals 2400 mg El h. Im Anschluß daran klagte die Patientin über Tenesmen. Ein halbes Jahr später erhielt sie wiederum 1200 mg El h. Nach zwei Jahren bildete sich eine Rektum-Scheidenfistel, die ein Jahr später spontan verheilte. Vier Jahre darauf erfolgte plötzlich Urinabgang durch die Scheide. Über das weitere Schicksal der Kranken ist nichts bekannt.

Abschließend läßt sich sagen, daß die Blase nicht so gefährdet zu sein scheint wie der Darm. Doch geht eine Blasenschädigung mit ernsten Gefahren einher, da ein etwa auftretendes Spätgeschwür sehr hartnäckig sein kann (Holthusen[1]), und häufig die Möglichkeit einer Blasen-, Scheiden- oder Blasen-Mastdarmfistel mit sich bringt. Auch besteht die Gefahr einer Perforation in die freie Bauchhöhle, vor allem, wenn sich das Geschwür an der Hinterwand entwickelt hat.

Eigene Kranke

Frl. G. H., 63 Jahre alt, leidet seit 1936 an Hautveränderungen im Rumpfbereich und geringfügig auch an den Oberschenkeln, die lange Zeit als Schuppenflechte angesehen wurden. Etwa vor acht Jahren begann einer der Herde in der rechten Lendengegend stärker zu wuchern, wurde zusehends erhaben, wuchs schließlich auf ungefähr 10×5 cm an, auch sei er seit dieser Zeit „frei von Haut" gewesen. Nach kurzzeitiger Besserung sei es im November 1952 zur Geschwürsbildung mit starker Flüssigkeitsabsonderung gekommen, die vom Hausarzt mit Höllensteinätzungen behandelt wurde. Wegen der Erfolglosigkeit aller vorangegangenen Therapieversuche wurde schließlich durch einen Fachdermatologen eine Probeexcision vorgenommen, deren histologische Untersuchung einen Morbus Bowen und ein Bownkarzinom ergab. Daraufhin erfolgte am 12. 5. 1953 die Einweisung zur stationären Behandlung in die hiesige Klinik.

Bei der klinischen Untersuchung zeigt die Patientin einen guten Ernährungs- und Kräftezustand und keine wesentlichen pathologischen Befunde bei der Allgemeinuntersuchung.

Die Hautveränderungen lokalisieren sich im Bauchbereich in Form eines über handflächengroßen Herdes im rechten Mesogastrium, eines kinderhandgroßen Herdes am linken Rippenbogen und wahllos im übrigen Bauchhautbereich verstreuten Herden von Pfennig- bis Fünfmarkstückgröße.

Der großflächige Bezirk zeigt in seinen medialen zwei Dritteln ein gewuchertes, teilweise zerfallendes Tumormassiv, das wahrscheinlich mehrere Zentimeter tief reicht. Lateral schließt sich ein 1 bis 5 cm tiefes, halbmondförmiges, vernarbtes Gebiet an, das wiederum umgeben ist von einem Kranz etwa mandelgroßer, papillomatöser, verhornender Wucherungen. Der Zerfall des Gewebes wird an graugrünen Nekrosen erkennbar. Der mediale, etwas überhängende und unterminierte Rand zeigt ein lividrotes Erythem. Der am linken Rippenbogen gelegene Herd ist scharf begrenzt, schuppend-erythematös und am lateralen Rand gleichfalls von papillomatösen, bohnengroßen Wucherungen angenommen. Die übrigen Herde zeigen Erythem und Schuppung.

Von weiteren Untersuchungsergebnissen darf noch herausgestellt werden, daß der Blutstatus eine sekundäre Anämie erwies.

Am 13. 5. 1953 wurde mit der klinischen Behandlung begonnen, wobei ein Teil der Morbus Bowenherde mit der Diathermieschlinge entfernt, der andere Teil einzeitig mit 3000 r Röntgennahbestrahlung behandelt wurde. Das Bowenkarzinom im Bereich der rechten Flanke wurde mehrfachen hochdosierten Röntgenkurzdistanz- und Nahbestrahlungsserien unterzogen. Dabei wurden zunächst 8000 r und 10 000 r unter Röntgennahbestrahlungsbedingungen im Kreuzfeuer appliziert, wozu noch weitere 4000 r am medialen und unteren Rand und weitere 10 000 r auf den oberen Randbezirk, der die schlechteste Rückbildungstendenz zeigte, gegeben wurden.

Unter der Strahlenbehandlung kam es unter anderem zum Auftreten von Lymphknotenmetastasen auch im Bereich der rechten Achselhöhle, desgleichen traten größere lymphogene Hautmetastasen an der lateralen rechten Thoraxwand auf, die ebenfalls mit hochdosierten Röntgenbestrahlungsserien angegangen wurden (Tiefentherapie, Kurzdistanzbestrahlung, 4800 r).

Am 3. 10. wurde die Patientin vorübergehend nach Hause entlassen, mit der Anweisung, sich in 8 Wochen wieder vorzustellen.

Etwa 4 Wochen nach dieser Entlassung hatten sich im Rumpfbereich zwischen der rechten Axilla und der rechten Trochanter-maior-Gegend bereits wieder bis apfelgroße Knoten gebildet, die durch einen auswärtigen Chirurgen mehrfach excidiert wurden, bis wegen der Aussichtslosigkeit weiteren chirurgischen Vorgehens am 2. 12. 1953 erneut stationäre Aufnahme erfolgte.

Der diesmalige Lokalbefund zeigte folgendes Bild:

Im Bereich der bestrahlten Partien besteht fleckförmige Hyperpigmentierung und Atrophie mit großlamellöser Schuppung, außerdem in der rechten Lenden- bis Inguinalgegend eine 14 cm lange Ulceration als Zustand nach Bestrahlung des Bowenkarzinoms. Die Ränder der Geschwürsbildung sind vorgewölbt und derb infiltriert. Dorso-caudal davon – bis auf den oberen Anteil der Oberschenkelaußenseite übergreifend – besteht ein über handflächengroßer Herd mit dichtstehenden cutanen Knoten von Hanfkorn- bis Kirschkerngröße. Weitere Tochterherde bestehen, getrennt durch pigmentierte atrophische Hautpartien, in der rechten Inguinalgegend. Der rechte Oberschenkel und die rechte Labie zeigen eine mäßige Schwellung.

Die laufenden Röntgenkontrollen des Thorax ergaben zunächst nie einen Anhalt für einen metastatischen Befall der Lunge. Bei der am 31. 12. 1953 vorgenommenen Thoraxkontrolle wurde ein scharf begrenzter Rundherd im rechten Lungenunterfeld festgestellt, der nach Dichte und Begrenzung an eine solitäre Metastase denken ließ.

Am 9. 1. 1954 war dieser Herd noch deutlich zu erkennen. Etwa zwei Wochen nach Abschluß der Strahlenbehandlung der Lymphknotenmetastasen in der rechten Achselhöhle konnte ein entsprechender Befund nicht mehr erhoben werden (25. 1. 1954).

Es ist daher kaum eine andere Deutung möglich, als daß es sich um bronchopneumonische Veränderungen des Lungengewebes handelte, die Folge der Strahlenbehandlung waren. Durch die Überschneidung verschiedener Strahlenfelder in diesem Gebiet dürfte eine lokale Überdosierung entstanden sein, auf die das Lungengewebe mit entzündlichen Veränderungen reagierte. Die komplikationslose und rasche Rückbildung erhärtet die Diagnose, daß keine Metastase, sondern ein flüchtiges bronchopneumonisches Infiltrat vorlag. Diese Annahme dürfte auch deswegen stichhaltig sein, weil der beschriebene Rundherd etwa 14 Tage nach Absetzen der Strahlenbehandlung von den entsprechenden Feldern her verschwunden war.

Differentialdiagnostisch wäre noch an einen tuberkulösen Rundherd, Echinokokkuszyste, Lungenabszeß, Lungeninfarkt, luische Lungenveränderung (großknotig), Chondrom, angeborene Lungenzyste. Teratom, Dermoid, Lungenaktinomykose, Amyloidtumor, schließlich auch wohl an ein gestieltes Aneurysma zu denken gewesen. Der klinische Verlauf spricht jedoch eindeutig für einen Zusammenhang mit der durchgeführten Strahlenbehandlung.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird über Strahlenschädigungen an inneren Organen berichtet. Nach einer kurzen Schilderung der Allgemeinwirkung, die ionisierende Strahlen im Körper hervorrufen, werden die jeweils typischen Schädigungsbilder für einzele Organsysteme besprochen.

1. Kehlkopf: Es kann eine deutliche Unterscheidung von drei Reaktionswellen in Abhängigkeit von verschiedenen Dosiswerten beobachtet werden. Die Frühreaktion mit fibrinösen Entzündungen der Schleimhaut, Drüsenschwellungen in der Hals- und Submaxillarregion und einer unangenehmen Trockenheit.

Die zweite Reaktionsphase imponiert mit Trockenheit, Heiserkeit, Schluckbeschwerden und Ödemen des ganzen Kehlkopfes.

Die Spätreaktion geht mit Atrophie der Drüsen und des Perichondriums einher, Degeneration der Muskulatur und Perichondritis, die bis zum nekrotischen Zerfall der Knorpel führen kann, vervollständigen das Krankheitsbild.

2. Lunge: Die strahlenbedingten Veränderungen dieses Organs kommen klinisch zum Ausdruck als Bronchitis, Bronchopneumonie, Pneumonie, Dyspnoe, Fieber, Schweißsekretion. Das Röntgenbild zeigt fleckförmige oder streifige Verschattung der betroffenen Lungenpartien. Der Obduktionsbefund läßt Hyperämie, Anschoppung der Alveolen, Schädigung der Alveolenwände, Atelektase, Emphyseme, Pleuraverklebungen, sogar Nekrosen des Lungenparenchyms, der Bronchien und Bronchiolen erkennen.

3. Herz: Die Berichte über Strahlenschädigungen des Herzens sind nicht sehr zahlreich und behandeln meist Ergebnisse aus Tierversuchen. Rhythmusstörungen, trübe Schwellung, wachsartige Degeneration, Atrophie der Muskelfasern, Kernverarmung und Kernschwund in den degenerierten Gebieten zeichnen das Bild der Schädigungen. Auch entzündliche Infiltration, feintropfige Verfettung, Zerfall der Muskelfasern und Schwielenbildung werden beschrieben.

4. Niere: Bei diesem Organ, das allgemein als relativ strahlenresistent angesprochen wird, verursacht die Strahleneinwirkung leichte Gefäßveränderungen, progressive Degeneration der Tubuli, Verödung der Glomerulusschlingen, eine Nephrose oder auch eine Nephritis. Im Endstadium kommt es zur Bestrahlungsschrumpfniere.

5. Nebenniere: Auf Röntgenbestrahlung reagiert die Nebenniere mit Steigerung der Adrenalinausschüttung, der Patient fühlt sich matt und abgeschlagen. Das histologische Bild zeigt Unregelmäßigkeiten der Zellstruktur, Kernstruktur, sowie Verwischung der Zellgrenzen und Vakuolenbildung.

6. Magen: Ernsthafte Strahlenschädigungen des Magens werden nicht beschrieben. Schwankungen der Sekretionswerte, Änderungen der Pepsinkonzentration oder der Sekretmenge, auch veränderte Verweildauer der Speisen waren als geringfügige Strahlenreaktionen zu beobachten.

7. Milz: Die Milz kann man als das strahlenempfindlichste Organ ansprechen. Kernzerfall in den Lymphfollikeln, Hämosiderinablagerungen in der Pulpa wurden bei Tierversuchen gefunden, intensive Bestrahlung führt zur Endarteriitis obliterans und Hyalinisierung der Milzfollikel.

8. Darm: Die im Darmbereich häufig auftretenden Schädigungen durch Radium- oder Röntgenstrahlen reichen von leichten Darmstörungen, schleimigen bis blutigen Durchfällen bis zu Tenesmen, Rektumstenosen, Peritonitis, Ileus, Nekrosen des Darmgewebes und Kotfisteln. An Hand zahlreicher Beispiele wird die Vielfalt der Möglichkeiten deutlich herausgestellt.

9. Blase: Die Widerstandsfähigkeit der Blase gegen Strahlen wird im Vergleich zum Darm als viermal so groß angegeben. Die Schädigungen dieses Organs gehen mit Cystitis, Trübung des Urins, häufigem Urindrang und Ulcera an der Blasenwand einher. Auch Fistelbildungen werden beschrieben.

10. Bei einer eigenen Kranken mit Bowenkarzinom wurde im rechten Lungenunterfeld ein Rundherd beobachtet, der sich jedoch wieder zurückbildete. Es muß wegen Überschneidung verschiedener Strahlenkegel in diesem Gebiet mit einer flüchtigen bronchopneumonischen Anschoppung gerechnet werden, die sicherlich durch den Strahleninsult bedingt war.

Differentialdiagnostische Hinweise beschließen die Arbeit.

Ich möchte nicht versäumen, Herrn Dr. G. Bonse für die Überlassung des Themas und die freundlichen Hinweise bei der Abfassung dieser Arbeit zu danken.

Herrn Professor Dr. H. Schuermann danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Literaturverzeichnis

7 Anzilotti, A., Radiol. med., **25** 641 (1938)
32 Bartsch, H., u. Wachner, G., Strahlenther., **62** 339 (1938)
15 Bauer, R., Strahlenther., **64** 249 (1939)
21 Behounek, F., u. Fort, M., Strahlenther., **70** 487 (1941)
43 Benthin, W., Strahlenther., **11** 501 (1920)
14 Bonse, G., Strahlenther., **83** 99 (1950)
23 Bonse, G., Strahlenther., **89** 634 (1952)
44 Buhtz, H., Strahlenther., **64** 291 (1939)
3 Ceelen, W., Strahlenther., **82** 13 (1950)
12 Clerf, L., u. Putney, J., Ann. of Otol., **47** 666 (1938)
48 Chydenius, J. J., Acta radiol. (Stockh.), **23** 1 u. 220 (1942)
27 Domagk, G., Ergeb. d. Inn. Med. u. Kinderheilk., Springer Berlin **(1928)**
34 Domagk, G., Dtsch. Med. Wschr., **53** 731 (1927)
49 Drescher, H., Strahlenther., **80** 99 (1949)
30 Eggers, P., Münch. Med. Wschr., **41/I** 242 (1941)
29 Faust, H., Strahlenther., **43** 749 (1932)
6 Fort, M., Radiol. Glasnik, **1/2** 61 (1938)
25. Freid, J., u. Goldberg, H. Amer. J. Roentgenol., **43** 877 (1940)
45 Fried, K., Strahlenther., **14** 688 (1923)
33 Gabriel, G., Strahlenther., **22** 107 (1926)
10 Glauner, Strahlenther., **79** 411 (1949)
38 Holfelder, H., u. Peiper, H., Strahlenther., **15** 1 (1923)
1 Holthusen, H., Einf. i. d. Röntgenol., Thieme Leipzig, **(1940)**
41 Ihdema, K., Japan. jour. of obstetr. a. gynecol., **11/I** 53 (1928)
19 Jacobson, V., Amer. J. Roentgenol., **44** 235 (1940)
9 Jüngling, O., Strahlenther., **15** 18 (1923)
8 Kisselew, P. N., Vestn. Rentgenol., **24** 3–8 1940)
37 Klein, P., Strahlenther., **28** 483 (1928)
37 Kulitzki, G., Z. urol. Chir. u. Gynäk., **46** 125 (1941)
4 Lacassagne, Strahlenther., **84** 481 (1951)
5 Langendorff, H., Strahlenther., **88** 164 (1952)
17 Meves, F., Röntgenpr., **12** 12 (1940)
18 Mc Intosh, H., u. Spitz, S., Amer. J. Roentgenol., **41** 605 (1939)
52 Mc Nally, A., Amer. J. Roentgenol., **40** 895 (1938)
40 Miescher, G., Strahlenther., **15** 252 (1923)
24 Mocht u. Perlberg, Amer. J. Roentgenol., **63/3** 380 (1950)

50 Müller, M., Strahlenther., **13** 129 (1922)
36 Navratil, E., Strahlenther., **47** 348 (1933)
53 Rullé, Gyneé. et Obstétr., **20** 720 (1929)
2 Schloß, W., Strahlenther., **58** 697 (1937)
11 Schmitz, H., Strahlenther., **16** 144 (1924)
16 Schraier, E., u. Krombach, E., Strahlenther., **64** 267 (1939)
46 Schwarz, E., Strahlenther., **15** 398 (1923)
28 Schweizer, E., Strahlenther., **18** 812 (1924)
39 Skavera u. Bogajevskij, Ukrain. med. Visti., **5** 497 (1928)
20 Sobolew, W., Vestn. Rentgenol. **21** 324 (1938)
17 Teschendorf, H. J., Strahlenther., **64** 250 (1939)
31 Thiebaudeau, A. A., u. Mattick, W. L., J. Canc. Res., **13** 251 (1929)
42 Wallace, W. St., J. amer. med. Assoc., **116** 583 (1941)
22 Warren, Shield u. Spencer, J., Amer. J. Roentgenol., **43** 682 (1940)
26 Werthemann, Strahlenther., **38** 703 (1930)
35 Willis u. Bachem, Strahlenther., **27** 121 (1928)
13 Zuppinger, A., Strahlenther., **70** 361 (1941)

Lebenslauf

Am 1. August 1922 wurde ich, Arnold Gabor, als Sohn des Zahnarztes Anton Gabor und seiner Ehefrau Maria, geborene Cieplik, in Beuthen O/S geboren. Nach dem Besuch einer dreijährigen Vorschule trat ich 1932 in das Staatliche Hindenburg-Gymnasium in meiner Geburtsstadt ein und verblieb dort bis zum Oktober 1938, um danach die Staatliche Oberschule in Patschkau O/S zu besuchen, wo ich am 17. März 1941 die Reifeprüfung ablegte.

Nach Ableistung meines Arbeitsdienstes machte ich an der Ostfront den Rußlandfeldzug mit. Da ich nach Kriegsende nicht mehr nach Oberschlesien zurück konnte, kam ich nach Würzburg und begann im Wintersemester 1946/47 mit dem Studium der Zahnheilkunde, das ich am 8. Februar 1952 mit dem zahnärztlichen Staatsexamen abschloß.

Bis zum August 1953 betrieb ich in Würzburg eine Fahrschule, mit der ich auch mein Studium finanziert hatte. Ab September befaßte ich mich mit der Abfassung meiner Doktorarbeit. Am 23. 6. 1954 wurde ich als Volontärassistent an der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten angestellt.

Ich versichere eidesstattlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen verwendet habe.

Ich versichere eidesstattlich, daß ich von keiner anderen Seite ein Thema zur Bearbeitung für eine Dissertation erhalten habe.

Arnold Gabor.

Werkbunddruckeei Würzburg